

【原著】

混合濃厚流動食の粘度測定

Viscosimetry of Mixing Oral Nutrition Supplements

佐塚 正樹, 寒河江豊昭, 江口 智美

Masaki Sazuka, Toyoaki Sagae, Satomi Eguchi

山形県立米沢栄養大学健康栄養学部

Faculty of Health and Nutrition, Yamagata Prefectural Yonezawa University of Nutrition Sciences

【目的】タンパク質量 $g = TEE \div (NPC/N \times 0.16 + 4)$ (以下寒河江の式)を用いるには濃厚流動食同士の混合使用が有用であり, 安全な混合使用を行う上で基本データになると考えられる静粘度測定を行った。

【方法】肝疾患患者用に異なるタンパク質量が調製されたリーナレンLP(タンパク質量1.0g/100Kcal)とMP(タンパク質量3.5g/100Kcal)を材料に用いて一定比率で混合し, 音叉振動式粘度計にて静粘度を測定した。また動粘度の目安を得るためボーメ計で比重も測定した。

【結果】リーナレンLPとMPの混合静粘度はいずれもリーナレンMPのみの静粘度より低く, 流動性は十分と考えられた。また, リーナレンLPとMP混合物の密度測定の結果からも, 経時的な動粘度変化は, 少ないことが推定された。

【結論】今回の結果から, 寒河江の式に適応してリーナレンLPとMPは混合使用できると考えられた。また, 寒河江の式を安全に適用するためには, この式の対象となる濃厚流動食の混合サンプルの静粘度測定と密度測定が有効であると考ええる。

キーワード: 寒河江の式, 濃厚流動食, 静粘度, 音叉振動式粘度計

I 緒言

現在, 世界中で一般的に広く, 患者などへの栄養補給のひとつの有力な手法として, 経口栄養法が行われている¹⁾。日本では, 経口栄養法の一手法としてエネルギーおよび各栄養素が決められて毎食1パックとされた濃厚流動食という形が行われており, パック化された濃厚流動食一種類ではエネルギー量, 各栄養素量, 水分量が調整できない²⁾。一方, 寒河江らは, Non-protein calorie/N (NPC/N)とTotal Energy Expenditure (TEE)から, タンパク質量を計算する式: タンパク質量 $g = TEE \div (NPC/N \times 0.16 + 4)$ (Nはタンパク質, 以下, 寒河江の式)を提唱しており, 異なるエネルギー量と異なるタンパク質量を含む二種類の濃厚流動食を混合して投与すれば, 患者に必要とされるタンパク質の要求を効率よく満たすことができると考えられた³⁾。

さらに, 濃厚流動食の混合使用は禁忌とはされておらず, 混合使用を禁止することも明文化されていない⁴⁾。そこで, 本研究では, 寒河江の式を安全に適応するための科学的データを収集する一環として実際に濃厚流動食を混合してその静粘度と密度を測定したので報告する。

II 方法

1. 実験材料および機材

実験材料として, 主に腎臓病患者用に適応している市販濃厚流動食の二種類, 明治リーナレンLP(タンパク質量1.0g/100Kcal)とリーナレンMP(タンパク質量3.5g/100Kcal)を用いた。粘度計は既に学術的にも使用されている音叉振動式(SV型)粘度計のSV-1A(エー・アンド・デイ製)を用いた⁵⁾。また濃厚流動食の密度は液体密度測定に使用される

ボーマ計※を用いて測定した⁶⁾。

※厳密には密度と比重は異なるが、今回、動粘度を算出する上で必要な密度を把握するために比重を測定して便宜上、密度とした。

2. 実験方法

リーナレンLPとMPの混合比は10:0, 1:1, 1:3, 3:1, 1:4, 4:1, 0:10とした。測定は静粘度で測定した。測定は3回行い、相加平均してグラフ化した。

静粘度測定の手順は、①ポリカーボネート製 容量2mLのサンプル容器にLP・MPを各比率でトータル2mLになるように計量した。②ヴォルテックス VORTE×GENIE2 (Scientific Industries製) の目盛「3」の強度で10秒間攪拌した。③表面に気泡が入っている場合はスパチュラにて除外した。④SV-1Aにて60分間測定した (①でLP・MPを計量し終わってから2分後に測定開始)。

密度は、ボーマ計を用いて、サンプルは各比率で混合後、ガラス棒で30回攪拌して1回測定した。

III 結果と考察

リーナレンLPおよびMPの静粘度の理論値(表1)と実測平均値(表2)および静粘度グラフ(図1)は以下ようになった。

いずれのサンプルも経時により静粘度がごくわずかに増加したが、室温にて測定したため、測定中に品温がわずかに低下した影響と思われる。また、混合した場合の理論値と実測平均値がほぼ一致した(実測平均値の方が若干低値)。よって、いずれの混合比率でも混合による静粘度への相互作用はないと考えられる(表1, 2, 図1)。実際、濃厚流動食を使用する室内の気温変化は常に起きると推定されるので、表2と図1は室内での使用における静粘度の目安になると考えられた。

佐塚ら⁷⁾は以前に、今回の測定した品温27.55～25.24℃より約-5℃の20.5℃の品温にてリーナレンLPおよびMPの混合使用が可能かどうか、実際の医療機器(カンガルーフィーディングポンプ624型、プラスチックガートルボトル、経鼻カテーテル)を使用して検証した。その結果、リーナレンLPおよびMPを混合して経管投与の医療機器を用いても使用に耐えられないような流動性の変化、変性および固化などの性状変化は見られなかった⁷⁾。今回、リーナレンLPとMPの混合静粘度は、いずれもリーナレンMPのみの静粘度より低く、よって品温が27.55～25.24℃で、今回の比率で混合した場合、医療機器内での大きな粘度増加は起きないと推定される。

表1 リーナレンの混合による静粘度理論値(LP:MP=10:0, 0:10の実測平均値より算出)

Time (h:min:sec)	Viscosity (mPa・s)				
	1:1	1:3	3:1	1:4	4:1
0:00:00	14.18	17.04	11.31	17.62	10.74
1:00:00	15.74	18.97	12.52	19.61	11.87

表2 リーナレンの混合比による静粘度の実測平均値(開始時と1時間後)

Time (h:min:sec)	実測平均値. LP:MP													
	10:0		1:1		1:3		3:1		1:4		4:1		0:10	
	Viscosity (mPa・s)	Temp (℃)	Viscosity (mPa・s)	Temp (℃)	Viscosity (mPa・s)	Temp (℃)	Viscosity (mPa・s)	Temp (℃)	Viscosity (mPa・s)	Temp (℃)	Viscosity (mPa・s)	Temp (℃)	Viscosity (mPa・s)	Temp (℃)
0:00:00	8.54	27.38	12.21	27.09	15.50	27.33	9.77	27.51	16.44	27.31	10.11	26.70	19.91	27.55
1:00:00	9.29	25.24	12.80	25.26	16.26	25.57	10.67	25.61	17.51	25.48	10.48	25.36	22.19	25.29

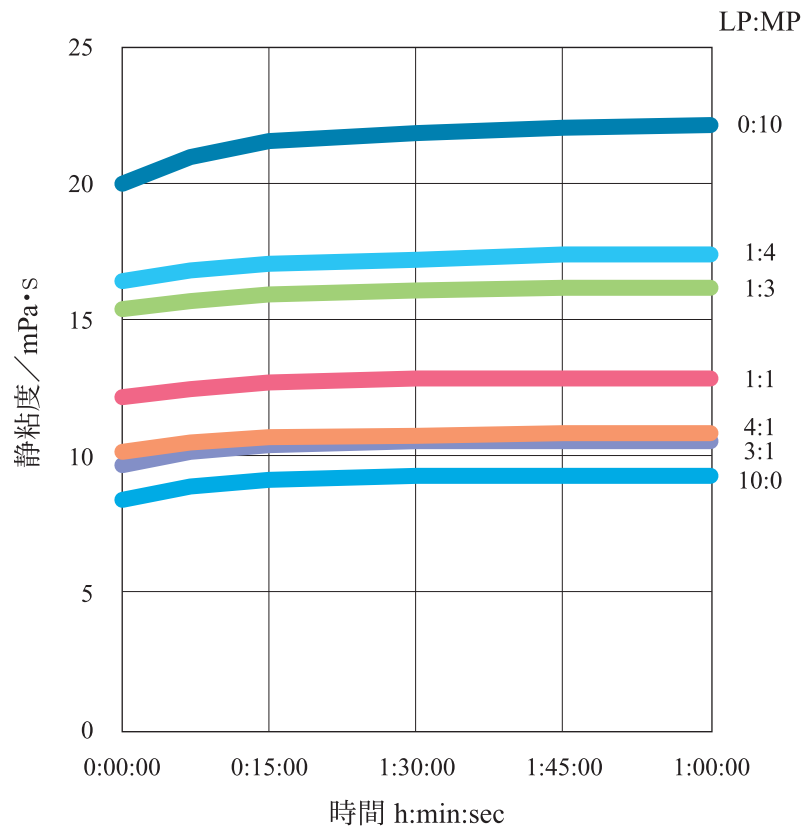


図1 リーナレンLPおよびMPの各混合比率の静粘度変化
各混合比率の濃厚流動食の3回測定値の平均値(実測平均値)をグラフ化した

表3 リーナレンの各混合比の密度

LP:MP	品温(℃)	密度
10:0	26.4	1.1142
1:1	26.1	1.1130
1:3	25.8	1.1130
3:1	25.9	1.1140
1:4	25.4	1.1120
4:1	25.5	1.1130
0:10	25.4	1.1116

密度は、表3のようになり、今回のリーナレンLPとMPの各混合比率でほぼ同じ密度なので、経時的にも動粘度もあまり変化がないことが推定される(表2, 図1)。

今回、これまでの結果⁷⁾を客観的に判断する上で重要と思われる静粘度の詳細なデータと動粘度を推定・計算する上で必要な密度のデータが得られた。そして今回の結果から、寒河江の式を混合濃厚流動食に適用するためには、次に示す1)～3)の手順が必要と考える。1)寒河江の式の対象とな

る各種濃厚流動食を混合したい比率で混合する。2)粘度計にて静粘度を測定する。3)比重または密度を測定する。

今後、寒河江の式が適応できる濃厚流動食に関しては、安全な経口投与のための客観的データのひとつになる粘度検討は重要と考える。

IV 結論

寒河江の式に基づけば、エネルギー組成と栄養素組成の異なる濃厚流動食の混合使用が可能となる。そこで濃厚流動食の混合使用を安全に行うための客観的なデータの一つとして、リーナレンLPとMPの混合物をサンプルとして、音叉振動式(SV型)粘度計にて静粘度を測定した。今回の結果から、音叉振動式粘度計の使用も十分に有用と考えられ、得られた静粘度のデータに加えて密度データを得れば、動粘度も計算または推定できる。今回得られたリーナレンLPとMPの混合サンプルの静粘度

データは以前の医療機器を使用したリーナレンLPとMPの混合サンプルの流動実験の結果⁷⁾と合わせて考えると、混合使用の安全性を判断する客観的なデータになると考える。そしてこの考えを広く適応するならば、寒河江の式に適する濃厚流動食の混合使用を行いたい場合は、必ず粘度の検討を行うべきと考える。

謝辞

本研究はJSPS科研費24650500の助成を受けたもので、研究助成に深く感謝する。

利益相反

本研究においては利益相反に該当するものはない。

参考文献

- 1) Carroll Lutz, Karen Przytulski, Nutrition and Diet Therapy 5th edition, pp.286 - 294 (2011), F.A. Davis Company, Philadelphia.
- 2) Masaki Sazuka, Toyoaki Sagae, A powder of oral nutrition supplement produced with spray dryer, The 16th PENSA congress program and abstract, 319 (2015)
- 3) 寒河江豊昭, 佐塚正樹, NPC/N比を利用した経腸栄養管理の検討, 第12回日本在宅静脈経腸栄養研究会学術集会プログラム・抄録集, 38 (2015)
- 4) JDA編, 栄養サポートの基本と戦略インストラクター用ワークブック, アボットジャパン (2008)
- 5) 上羽瑠美, 横山明子, 荻野亜希子他, 経腸栄養剤に対するとろみ調整食品使用に関する検討ー音叉式振動式粘度計による粘性(静粘度)の経時的変化及び攪拌による影響ー, 嚥下医学, 4(1), 88 - 99 (2015)
- 6) 'Perry's Chemical Engineers' Handbook (7th Edition)', Table 1-13 (page 1-20) (1999), The McGraw-Hill companies, Inc.
- 7) 佐塚正樹 寒河江豊昭, ある種の流動食の混合使用は可能であることの証明, 日本腎臓学会誌, 55(3), 419 (2013)